



Novos Cadernos NAEA

v. 14, n. 1, p. 5-19, jun. 2011, ISSN 1516-6481

Gases de Efeito Estufa no EIA-RIMA da Hidrelétrica de Belo Monte

Greenhouse Gases in the Environmental Impact Study for the Belo Monte Hydroelectric Dam

Philip M. Fearnside – Doutor em Ciências Biológicas – University of Michigan – Ann Arbor (1978). Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). E-mail: pmfearn@inpa.gov.br. Homepage: <http://philip.inpa.gov.br>

Resumo

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da hidrelétrica de Belo Monte, proposta pelo Governo Federal para construção no rio Xingu, no Pará, mostra quão pouco o processo de avaliação ambiental no Brasil avançou desde 1986, quando o EIA ficou obrigatório para barragens e outros projetos de infraestrutura. O documento evita completamente os impactos principais que a barragem teria, induzindo a destruição de áreas muito mais extensas a montante da represa, criando uma “crise planejada” que proveria a justificativa para criar reservatórios muito maiores rio acima, particularmente a barragem de Babaquara, ou “Altamira”, que inundaria 6.140 km², tudo em floresta tropical e a maior parte em terra indígena. O relatório também subestima grosseiramente as emissões de gases de efeito estufa da represa, alegando que as emissões de metano seriam mínimas, baseado em uma estimativa que ignora completamente os estudos na literatura científica que indicam emissões significantes da água que atravessa as turbinas de hidrelétricas. Porque a vazão do rio Xingu é altamente sazonal, a eletricidade que pode ser produzida por Belo Monte (sem as represas, não mencionadas, rio acima) é insuficiente para justificar o custo da barragem, as linhas de transmissão, subestações e outra infraestrutura. O EIA focaliza exclusivamente na própria barragem, assim ignorando a inviabilidade econômica do projeto global e as implicações disto para a construção de represas altamente prejudiciais rio acima. Muito da eletricidade a ser gerada será usada para produção de alumina e alumínio para exportação, que é um dos usos com o menor benefício possível para a população brasileira, devido à quantidade extremamente pequena de emprego criado por cada GWh de energia. Uma discussão nacional sobre como a energia elétrica é usada no País nunca aconteceu, e agora deveria ser uma condição prévia para quaisquer dos projetos de construção de barragens planejadas para a Amazônia.

Palavras-chave

Hidrelétricas. Impacto ambiental. Aquecimento global. Emissões de gases de efeito estufa. Licenciamento ambiental. Tomada de decisão.

Abstract

The Environmental Impact Study (EIA) for the Belo Monte hydroelectric dam proposed for construction by Brazil's federal government on the Xingu River in Pará shows how little the environmental review process has advanced in Brazil since 1986, when the EIA became mandatory for dams and other infrastructure projects. The document completely avoids the major impacts that the dam would have in inducing destruction of much wider areas upstream of the dam by creating a “planned crisis” that would provide justification for building much larger dams upstream, particularly the Babaquara or “Altamira” Dam that would flood 6140 km², all of which is tropical forest and most of which is indigenous land. The report also grossly underestimates emissions of greenhouse gases from the dam, claiming that the emissions of methane would be minimal based on an estimate that completely ignores the studies in the scientific literature indicating significant emissions from the water that passes through the turbines of dams. Because the water flow in the Xingu River is highly seasonal, the electricity that can be produced by Belo Monte dam (without the unmentioned upstream dams) is insufficient to justify the cost of the dam, transmission lines, substations and other infrastructure. The EIA focuses exclusively on the dam itself, ignoring the lack of economic viability of the overall project and the implications of this for construction of highly damaging dams upstream. Much of the electricity to be generated is to be used for production of alumina and aluminum for export, which is one of the uses with the least possible benefit for the Brazilian population due to the very small amount of employment generated per GWh of electricity. A national discussion of how electrical energy is used in the country has never occurred, and should be a prerequisite for any of the dam-building projects now planned for Amazonia.

Keywords

Hydroelectric dams. Environmental impact. Global warming. Greenhouse-gas emissions. Environmental licensing. Decision-making.

INTRODUÇÃO

A proposta hidrelétrica de Belo Monte é considerada pelo Governo Federal como sendo de alta prioridade no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). É fundamental o debate sobre esta obra: de como ela se insere em questões maiores sobre o desenvolvimento da Amazônia; o uso da energia do País para exportação de alumínio e outros produtos de alto impacto ambiental; e a maneira com que são tomadas as decisões. Entre os impactos de Belo Monte e de outras barragens amazônicas é a emissão de gases de efeito estufa. Qualquer decisão racional precisa ser baseada numa avaliação dos reais benefícios e os reais custos da obra, inclusive o seu papel no aquecimento global.

1 BELO MONTE COMO INDUTORA DA DESTRUIÇÃO DO XINGU

Nunca se deve perder de vista a questão das barragens planejadas a montante de Belo Monte. O plano original para o rio Xingu compunha um total de seis barragens, a maior sendo a hidrelétrica de Babaquara, com 6.140 km², extensão duas vezes maior que Balbina ou Tucuruí (BRASIL, 1987). As cinco barragens acima de Belo Monte, sendo em grande parte em terras indígenas, foram vistas como politicamente inviáveis a partir de outubro de 1988, quando a nova Constituição exigiu a aprovação do Congresso Nacional para qualquer hidrelétrica em área indígena (Artigo 231, Parágrafo 3). E, sobretudo a partir de fevereiro de 1989, quando a manifestação de Altamira deixou claro o grau de resistência local a esses planos. Após a manifestação de Altamira, menções às barragens a montante de Belo Monte sumiram do discurso público da ELETRONORTE, retornando em 1998, quando a hidrelétrica de Babaquara reapareceu repentinamente, com um novo nome (barragem de Altamira), listada no Plano Decenal da ELETROBRAS para o período 1999-2008 (BRASIL, 1998, p. 145). A sua conclusão foi indicada como prevista para 2013, ou seja, sete anos após a conclusão prevista, na época, para Belo Monte.

Um estudo de viabilidade e um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) foram preparados para Belo Monte em 2002 (BRASIL, 2002, s.d. [2002]). No entanto, decisões judiciais impediram que essa versão do EIA-RIMA fosse oficialmente entregue para aprovação pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA. As versões de 2002, diferente dos planos dos anos 1980, excluíram do texto cálculos que incluíssem as barragens a montante. No entanto, o texto incluiu a menção

explícita de que qualquer barragem a montante de Belo Monte aumentaria bastante a produção de energia da usina (BRASIL, s/d [2002], p. 6-82). Os autores dos 36 volumes do atual EIA-RIMA (BRASIL, 2009) não mencionaram este detalhe, que diz respeito ao assunto mais básico da discussão sobre Belo Monte: se esta seria, de fato, a única barragem no rio Xingu. Os planos em 2002 foram para uma capacidade instalada de 11.181,3 MW, mas ano seguinte foram consideradas configurações da barragem com 5.500, 5.900 e 7.500 MW, para serem mais razoáveis com a vazão natural do rio Xingu, sem a regulação da vazão por meio de Babaquara/Altamira (PINTO, 2003). No entanto, a barragem de Babaquara/Altamira continuou a ser incluída em apresentações dos planos do setor elétrico (*e.g.*, BRASIL, MME-CCPESE, 2002; SANTOS, 2004), e verbas foram incluídas no orçamento federal de 2005 para um estudo de viabilidade melhorado da barragem de Altamira/Babaquara.

Em 2005, o Congresso Nacional subitamente aprovou a construção de Belo Monte, sem debate e muito menos com consultas aos povos indígenas, como mencionado na Constituição. A facilidade com que a proteção da Constituição foi rompida no caso de Belo Monte levantou a possibilidade de contar com a regulação do rio Xingu com Babaquara/Altamira. Embora nenhuma conexão com Babaquara/Altamira seja admitida pelo setor, a evolução dos planos para Belo Monte seguiu exatamente como este autor previu (FEARNSIDE, 2006a): os desenhos revisados com potências mais modestas para Belo Monte foram abandonados, com o plano atual até ultrapassando um pouco a potência prevista no plano de 2002, ficando em 11.233,1 MW.

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) divulgou em 17 de julho de 2008 uma resolução dizendo que não seriam construídas mais hidrelétricas no rio Xingu, além de Belo Monte (OESP, 2008). Trata-se de uma notícia muito bem vinda, mas que pode ser revertida quando chegar o momento no cronograma para construir Babaquara/Altamira. Se for seguir o cronograma previsto no Plano Decenal 1999-2008, este momento chegaria sete anos após a construção de Belo Monte. Assim, há necessidade de uma ferramenta jurídica para que compromissos deste tipo (de não fazer determinadas obras) sejam feitos de forma realmente irrevogável.

A história recente do setor hidrelétrico na Amazônia não é promissora. Há dois casos documentados onde as autoridades desse setor diziam não dar continuidade à determinada obra devido ao impacto ambiental, mas, na realidade, quando chegou a hora no cronograma, fizeram exatamente o que haviam prometido não fazer. De fato, o que aconteceu seguiu os planos originais, sem nenhuma modificação resultante das promessas feitas por preocupações ambientais. Um caso

foi o enchimento de Balbina, que era para permanecer durante vários anos na cota de 46 m acima do nível do mar, mas seu reservatório foi formado, além da cota originalmente prevista de 50 m (FEARNSIDE, 1989). O outro caso foi Tucuruí-II, onde a construção foi iniciada em 1998, sem um EIA-RIMA, baseado no argumento (duvidoso) de que sua construção não ocasionaria impacto ambiental, por não aumentar o nível da água acima da cota de 70 m de Tucuruí-I, mas, na realidade, a partir de 2002 o reservatório simplesmente foi operado na cota de 74 m, conforme o plano original (ver FEARNSIDE, 2001, 2006a). Estes casos (Balbina e Tucuruí-II) são paralelos à atual situação de Belo Monte e a promessa de não construir Babaquara/Altamira.

2 ESTRATÉGIA DE AVESTRUZ NA QUESTÃO DE “ENERGIA LIMPA”

Hidrelétricas emitem metano, um gás de efeito estufa com 25 vezes mais impacto sobre o aquecimento global por tonelada de gás do que o gás carbônico, de acordo com o último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC) (FORSTER et al., 2007). Estudos mais recentes, que incluem efeitos indiretos não incluídos no valor do IPCC, indicam um impacto 34 vezes o de CO₂, considerando a mesma escala de tempo de 100 anos (SHINDELL et al., 2009). O EIA-RIMA de Belo Monte afirma que “uma das conclusões principais dos estudos realizados até o momento indica que, em geral, as UHEs (Usinas Hidrelétricas) apresentam menores taxas de emissão de GEEs (Gases de Efeito Estufa) do que as Usinas Termelétricas (UTES) com a mesma potência” (BRASIL, 2009, v. 5, p. 47). Infelizmente, pelo menos para a época dos inventários nacionais sobre a Convenção de Clima (1990), todas as “grandes” hidrelétricas na Amazônia brasileira (Tucuruí, Samuel, Curuá-Una e Balbina) tinham emissões bem maiores do que a geração da mesma energia com termelétricas (FEARNSIDE, 1995, 2002, 2005a, b). O EIA-RIMA afirma que “o trabalho realizado no rio Xingu, na área do futuro reservatório do AHE (Aproveitamento Hidrelétrico) Belo Monte, aponta para a estimativa de emissão de metano de 48 kg/km²/dia, da mesma ordem de grandeza que os reservatórios de Xingó e Miranda” (BRASIL, 2009, v. 5, p. 47). Xingó e Miranda são duas hidrelétricas não amazônicas que os autores calculam ter um impacto bem menor do que uma termoeletrica do tipo mais eficiente (BRASIL, 2009, v. 5, p. 48).

Os autores calculam essas baixas emissões de metano das hidrelétricas por ignorarem duas das principais rotas para emissão desse gás: a água que passa pelas

turbinas e pelos vertedouros. Essa água é tirada de uma profundidade suficiente para ser isolada da camada superficial do reservatório, e tem uma alta concentração de metano dissolvido. Quando a pressão é subitamente reduzida ao sair das turbinas ou dos vertedouros, muito desse metano é liberado para a atmosfera, como tem sido medido em hidrelétricas como Balbina, no Amazonas (KEMENES et al., 2007) e Petit Saut, na Guiana Francesa (ABRIL et al., 2005; RICHARD et al., 2004). O EIA-RIMA considera apenas o metano emitido na superfície do próprio lago, e nem menciona as emissões das turbinas e vertedouros.

A revisão da literatura incluída nos EIA-RIMA sobre emissões de gases por hidrelétricas está restrita aos estudos dos grupos ELETROBRAS e FURNAS, como se o resto do mundo não existisse (ver BRASIL, 2009, v. 5, 8). A revisão é tão seletiva que não há a menor chance de ser explicada por omissões aleatórias. Apenas são mencionados trabalhos que não desmentem a crença dos autores do EIA-RIMA, de que as emissões de hidrelétricas são muito pequenas. Não é mencionado o corpo volumoso de pesquisa na hidrelétrica de Petit Saut, na Guiana Francesa, onde há uma série de monitoramento de metano bem mais completa do que em qualquer barragem brasileira (GALY-LACAUX et al., 1997, 1999; DELMAS et al., 2004; RICHARD et al., 2004; ABRIL et al., 2005; GUÉRIN et al., 2006). Também não são mencionados os trabalhos do grupo que estuda o assunto no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE (DE LIMA, 2002; DE LIMA et al., 2002, 2005, 2008; BAMBACE et al., 2007; RAMOS et al., 2009), nem as contribuições do grupo na Universidade de Quebec, no Canadá, que também estudou barragens amazônicas (DUCHEMIN et al., 2000), ou os estudos do laboratório de Bruce Forsberg, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA (KEMENES et al., 2006, 2007, 2008; KEMENES; FORSBERG, 2008), e, tampouco, as minhas próprias contribuições a essa área, também no INPA (FEARNSIDE, 1995, 1996, 1997, 2002, 2004a,b, 2005a,b,c, 2006b,c, 2007, 2008a,b). Os resultados de todos esses grupos contradizem, de forma esmagadora, o teor da EIA-RIMA em sugerir que hidrelétricas têm pequenas emissões de metano.

A conclusão do grupo que assina a parte do EIA-RIMA sobre emissões supostamente modestas de metano pelas hidrelétricas tem sido desacreditada por observadores independentes no meio acadêmico, devido às óbvias omissões da emissão pelas turbinas e vertedouros (CULLENWARD; VICTOR, 2006). As Organizações Não Governamentais (ONGs) vão mais longe, com acusações explícitas de conflito de interesse (McCULLY, 2006).

A essa altura, o grupo que assina a parte do EIA-RIMA sobre emissões não tem a menor desculpa para omitir as emissões das turbinas e vertedouros, sendo que o primeiro autor dessa parte do EIA-RIMA tem sido presente em

múltiplas reuniões, onde resultados que contradizem as suas conclusões foram apresentados, incluindo o evento da UNESCO, em dezembro de 2007, ocorrido em Foz de Iguaçu, que é mencionado no EIA (BRASIL, 2009, v. 5, p. 50). Ele até tem o seu nome incluído na lista de autores de um trabalho sobre as emissões em Petit Saut, no qual os dados desmentem frontalmente as conclusões dos grupos da ELETROBRAS e FURNAS (ABRIL et al., 2005).

Fingir que emissões apenas ocorrem pela superfície do lago, sem considerar a água passando pelas turbinas e vertedouros, é uma distorção ainda mais grave no caso de Belo Monte do que para outras barragens, uma vez que a área do reservatório da Belo Monte é relativamente pequena, porém, com grande volume de água passando pelas turbinas. No caso de Belo Monte junto com Babaquara/Altamira, as emissões das turbinas são enormes, especialmente nos primeiros anos, e esse conjunto de barragens levaria 41 anos para começar a ter um saldo positivo em termos do efeito estufa (FEARNSIDE, 2005c). Concentrar as análises de emissões das hidrelétricas apenas na superfície dos reservatórios, como foi feito no EIA-RIMA, é igual a não observar um elefante no meio de uma pequena sala, por fixar os olhos em um dos cantos da sala.

3 O CUSTO DE BELO MONTE

O custo de Belo Monte é um fator essencial no realismo – ou na falta de realismo – do cenário oficial de ter apenas uma barragem (Belo Monte) no rio Xingu. Estimativas atuais do custo para a implementação de Belo Monte variam de R\$7 bilhões (estimativa do governo) a R\$20-30 bilhões (estimativa de CPFL Energia) e R\$30 bilhões (estimativa de Alstom) (CANAZIO, 2009). Vale a pena mencionar que há uma longa tradição em obras hidrelétricas, assim como em outros tipos de grandes obras, de ter custos reais muito além das previsões iniciais. No caso de Belo Monte, grande parte da discussão omite outros custos evidentemente necessários: linhas de transmissão, subestações etc.

Um estudo do Fundo de Estratégia de Conservação mostra a inviabilidade de Belo Monte sozinha, com apenas 2,8% de chance de compensar o investimento, se forem consideradas as estimativas dos vários riscos, e um máximo de apenas 35,5% de chance de ser financeiramente viável, se for usada no cálculo uma série de presunções otimistas (SOUSA JÚNIOR et al., 2006, p. 72-74). O estudo conclui que o projeto anda em direção a uma “crise planejada”, onde, uma vez construída Belo Monte, a necessidade de também construir a Babaquara/Altamira vai ser

subitamente descoberta, e essa obra muito mais danosa vai, então, concretizar-se. O mesmo cenário tem sido previsto por este autor há décadas (FEARNSIDE, 1989, 1999, 2001, 2006a).

4 O USO DA ENERGIA

A questão de qual uso vai ser feito da energia produzida deve ser a primeira pergunta a ser respondida, antes de se propor uma hidrelétrica. Neste caso, este aspecto não foi discutido e vem sendo apresentado de forma enganosa, indicando que a usina irá fornecer energia para os lares da população brasileira. De fato, o plano tem evoluído ao longo do planejamento da obra. Inicialmente, uma boa parte da energia gerada seria transmitida para São Paulo, incluída ao sistema interligado nacional. Os planos passaram a destinar a maior parte da energia para usinas de alumina e alumínio no próprio Pará, na medida em que ficou óbvio que o custo de linhas de transmissão até São Paulo seria excessivo, sendo que a produção em plena capacidade de Belo Monte (sem Babaquara) é de apenas 2-3 meses ao ano. O resto do tempo a linha de transmissão teria que ficar com energia reduzida, e durante vários meses ficaria sem energia alguma.

A solução encontrada é de ter uma linha de transmissão para a região Sudeste, com capacidade menor (e cujos detalhes e custos são ainda indefinidos). A mudança não só diminui o benefício social da energia, mas também aumenta o impacto ambiental. O plano original de transmitir o grosso da energia para o Sudeste casaria com o ritmo anual de geração de energia nas hidrelétricas daquela região, que é o inverso do ritmo do rio Xingu. Quando as usinas do Sul-Sudeste produzem pouco, a diferença seria preenchida pela energia recebida de Belo Monte, evitando assim os custos e as emissões de gases de efeito estufa com geração com combustíveis fósseis. Porém, com a opção de usar a geração altamente sazonal de Belo Monte para abastecer usinas de alumina e alumínio, a Belo Monte acaba justificando a construção de grandes usinas termoeletricas em Juriti e Barcarena, para suprir energia às indústrias do setor de alumínio durante o resto do ano. Assim, as emissões de gases de efeito estufa aumentam ainda mais, além de consumir ainda mais dinheiro público.

O grande beneficiário seria a China. Em negociações decorrentes de uma visita presidencial a China em 2004, foi acordada a implementação de uma usina sino-brasileira para alumina em Barcarena (PA), que se espera ser a maior do mundo quando finalizada (PINTO, 2004). A usina sino-brasileira (ABC Refinaria) espera produzir 10 milhões de toneladas de alumina anualmente, um marco originalmente

previsto para ser atingido em 2010. Isto seria maior que a produção anual de sete milhões de toneladas da empresa Nipo-brasileira (Alunorte) no mesmo local – um aumento enorme quando comparado à produção atual da Alunorte de 2,4 milhões de toneladas anuais (PINTO, 2005). Além disso, a empresa Alcoa, dos Estados Unidos, planeja usar energia transmitida de Belo Monte para produzir 800 mil toneladas de alumina anualmente em uma usina nova em Juriti (na margem do rio Amazonas em frente à foz do rio Trombetas). A produção anual de alumínio da usina nipo-brasileira (Albras) aumentaria de 432 para 700 mil toneladas (PINTO, 2005). Também está prevista a expansão das usinas da Alcoa/Billiton (Alumar), no Maranhão, e da usina CBA (Companhia Brasileira de Alumínio), em Sorocaba, São Paulo.

O setor de alumínio no Brasil emprega apenas 2,7 pessoas por cada GWh de energia elétrica consumida, um saldo infeliz que apenas perde para as usinas de ferro-liga (1,1 emprego/GWh), que também consomem grandes quantidades de energia para uma *commodity* de exportação (BERMANN; MARTINS, 2000, p. 90). Diferentemente de produzir metais para o consumo dos próprios brasileiros, trata-se de produzir uma quantidade sem limites para que o mundo possa querer comprar. Portanto, não há limites sobre o número de hidrelétricas “necessárias” para essa exportação, a não ser que o país tome uma decisão soberana sobre quanto quer exportar desses produtos, se é que quer exportar uma quantidade qualquer. Até hoje, o assunto não foi discutido pela sociedade brasileira. Essencialmente, o resto do mundo está exportando os impactos ambientais e sociais do seu consumo para o Brasil, país que não só aceita, mas até subsidia e facilita a destruição que isto implica.

A atual história da indústria de alumínio deve deixar revoltado qualquer brasileiro que tenha um mínimo de senso patriótico (*e.g.*, PINTO, 1997; BERMANN, 2003; CICCANTELL, 2005; MONTEIRO; MONTEIRO, 2007). O suprimento de energia para essa indústria de exportação, que é a principal razão de ser de Belo Monte, causa os mais variados impactos ambientais e sociais através da construção de hidrelétricas, além de requerer pesados subsídios de várias formas, especialmente a construção das barragens com o dinheiro dos contribuintes brasileiros, deixando a conhecida falta de recursos financeiros para saúde, educação e outros serviços governamentais.

O aumento da capacidade geradora com a construção de hidrelétricas é sempre apresentado como uma “necessidade”, fornecedora de energia para lâmpadas, televisores, geladeiras e outros usos nos lares do povo brasileiro (*e.g.*, BRASIL; MME, 2009). Mal se menciona que grande parte da energia vai para alumínio e outros produtos eletro-intensivos para exportação, e que a energia

já exportada anualmente na forma de lingotes de alumínio excede em muito a produção de qualquer uma das obras atualmente em discussão. O cenário de referência ou “linha de base”, para a hipótese de não ter a hidrelétrica é sempre apresentado como sendo a geração da mesma energia com petróleo, nuclear, ou outra fonte indesejável. Mas, no caso de Belo Monte, a alternativa real seria simplesmente não gerar a energia e ficar com menos exportação de alumínio (e de empregos) para o resto do mundo. Enquanto isso poderiam ser realizadas discussões ainda inexistentes ou escassas sobre o desenvolvimento econômico da Amazônia, o uso da energia do país e a maneira com que são tomadas as decisões.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: Proc. 305880/2007-1; 573810/2008-7; 304020/2010-9) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ13.03) pelo apoio financeiro. Este trabalho foi atualizado de um parecer preparado para o Painel de Especialistas para Análise crítica do EIA Belo Monte (FEARNSIDE, 2009) e de textos divulgados no site <http://colunas.globoamazonia.com/philipfearnside>. Agradeço à Sheyla Couceiro pelos comentários.

REFERÊNCIAS

- ABRIL, G.; GUÉRIN, F.; RICHARD, S.; DELMAS, R.; GALY-LACAU, C.; GOSSE, P.; TREMBLAY, A.; VARFALVY, L.; DOS SANTOS, M. A.; MATVIENKO, B. Carbon dioxide and methane emissions and the carbon budget of a 10-years old tropical reservoir (Petit-Saut, French Guiana). **Global Biogeochemical Cycles**, v. 19, art. GB 4007, doi: 10.1029/2005GB002457, 2005.
- BAMBACE, L. A. W.; RAMOS, F. M.; LIMA, I. B. T.; ROSA, R. R. Mitigation and recovery of methane emissions from tropical hydroelectric dams. **Energy**, v. 32, p. 1038-1046, 2007.
- BERMANN, C. **Energia no Brasil: Para Quê? Para Quem? Crise e Alternativas para um País Sustentável**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física; Rio de Janeiro: FASE, 2003. 139 p.

BERMANN, C.; MARTINS, O. S. **Sustentabilidade energética no Brasil: Limites e Possibilidades para uma Estratégia Energética Sustentável e Democrática.** Projeto Brasil Sustentável e Democrático. Rio de Janeiro: FASE, 2000. 151p. (Série Cadernos Temáticos n. 1).

BRASIL. Eletrobras. **Plano 2010:** Relatório Geral, Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010 (Dezembro de 1987). Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 1987. 269p.

BRASIL. Eletrobras. **Plano Decenal 1999-2008.** Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 1998.

BRASIL. Eletrobras. **Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte:** Estudo de Impacto Ambiental. Fevereiro de 2009. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2009. 36 v.

BRASIL. Eletronorte. **Complexo Hidrelétrico Belo Monte:** Estudos de Viabilidade, Relatório Final. Brasília: ELETRONORTE, 2002. 8 v.

BRASIL. Eletronorte. **Complexo Hidrelétrico Belo Monte:** Estudo de Impacto Ambiental- E I A. Versão preliminar. 6. v. Brasília: ELETRONORTE, s/d [2002].

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017.** Brasília: MME, 2009.

BRASIL. MME-CCPESE. **Plano Decenal de Expansão 2003-2012:** Sumário Executivo. Brasília: MME-CCPESE/Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricas, 2002. 75p.

CANAZIO, A. CPFL Energia projeta que Belo Monte possa custar até R\$ 25 bilhões. Canalenergia. 20/08/2009. Disponível em: <<http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Noticiario.asp?id=73316>, 2009>. Acesso em: 30 ago.2009.

CICCANTELL, P. Globalização e desenvolvimento baseado em matérias-primas: o caso da indústria do alumínio. **Novos Cadernos NAEA**, v. 8, n. 2, p. 41-72. 2005.

CULLENWARD, D.; VICTOR, D. G. The dam debate and its discontents. **Climatic Change**, v. 75, n. 1-2, p. 81-86. 2006

DE LIMA, I. B. T. **Emissão de metano em reservatórios hidrelétricos amazônicos através de leis de potência.** 2002. 108f. Tese (Ph.D. em Energia Nuclear) – Universidade de São Paulo/Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, São Paulo, 2002.

DE LIMA, I. B. T. Biogeochemical distinction of methane releases from two Amazon hydro reservoirs. **Chemosphere**, v. 59, p. 1697-1702, 2005.

DE LIMA, I. B. T.; RAMOS, F. M.; BAMBACE, L. A. W.; ROSA, R. R. Methane emissions from large dams as renewable energy resources: a developing nation perspective. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 13, p. 193-206, 2008.

DE LIMA, I. B. T.; VICTORIA, R. L.; NOVO, E. M. L. M.; FEIGL, B. J.; BALLESTER, M. V. R.; OMETTO, J. M. Methane, carbon dioxide and nitrous oxide emissions from two Amazonian reservoirs during high water table. **Verhandlungen International Vereinigung für Limnologie**, v. 28, n. 1, p. 438-442, 2002.

DELMAS, R.; RICHARD, S.; GUÉRIN, F.; ABRIL, G.; GALY-LACAUX, C.; DELON, C.; GRÉGOIRE, A. Long term greenhouse gas emissions from the hydroelectric reservoir of Petit Saut (French Guiana) and potential impacts. In: TREMBLAY, A.; VARFALVY, L.; ROEHM, C.; GARNEAU, M. (Eds.) **Greenhouse Gas Emissions: Fluxes and Processes. Hydroelectric Reservoirs and Natural Environments**. New York: Springer-Verlag, 2004. p. 293-312.

DE SOUSA JÚNIOR, W. C.; REID, J.; LEITÃO, N. C. S. **Custos e Benefícios do Complexo Hidrelétrico Belo Monte: uma abordagem econômico-ambiental**. Lagoa Santa: Conservation Strategy Fund (CSF), 2006. 90p. Disponível em: <<http://www.conservation-strategy.org>>

DUCHEMIN, E.; LUCOTTE, M.; QUEIROZ, A. G.; CANUEL, R.; DA SILVA, H. C. P.; ALMEIDA, D. C.; DEZINCOURT, J.; RIBEIRO, L. E. Greenhouse gas emissions from an old tropical reservoir in Amazonia: Curuá-Una reservoir. **Verhandlungen International Vereinigung für Limnologie**, v. 27, p. 1391-1395, 2000.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the pharaohs in Amazonia. **Environmental Management**, v. 13, n. 4, p. 401-423, 1989.

FEARNSIDE, P. M. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. **Environmental Conservation**, v. 22, n. 1, p. 7-19, 1995.

FEARNSIDE, P. M. Hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: Response to Rosa, Schaeffer & dos Santos. **Environmental Conservation**, v. 23, n. 2, p. 105-108, 1996.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. **Environmental Conservation**, v. 24, n. 1, p. 64-75, 1997.

FEARNSIDE, P. M. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. **Environmental Management**, v. 27, n. 3, p. 377-396. 2001.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution*, v. 133, n. 1-4, 2002, p. 69-96

FEARNSIDE, P. M. Gases de efeito estufa em hidrelétricas da Amazônia. **Ciência Hoje**, v. 36, n. 211 , p. 41-44, 2004a.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: controversies provide a springboard for rethinking a supposedly "clean" energy source. **Climatic Change**, v. 66, n. 2-1, p. 1-8, 2004b.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. **Environmental Management**, v. 35, n. 1, p. 1-19, 2005a.

FEARNSIDE, P. M. Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una Dam. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 10, n. 4, p. 675-691, 2005b.

FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas planejadas no rio Xingu como fontes de gases do efeito estufa: Belo Monte (Kararaô) e Altamira (Babaquara). In: SEVÁ FILHO, A.O. (Ed.) Tenotã-mô: alertas sobre as Consequências dos Projetos Hidrelétricos no rio Xingu, Pará, Brasil. São Paulo: International Rivers Network, 2005c. p. 204-241.

FEARNSIDE, P. M. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's hydroelectric development of the Xingu River Basin. **Environmental Management**, v. 38, n. 1, p. 16-27, 2006a.

FEARNSIDE, P. M. A polêmica das hidrelétricas do rio Xingu. **Ciência Hoje**, v. 38, n. 225, p. 60-63, 2006b.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Reply to Rosa et al. **Climatic Change**, v. 75, n. 1-2, p. 103-109, 2006c.

FEARNSIDE, P. M. Why hydropower is not clean energy. Paris, França: Scitizen. 2007. Disponível em: <http://www.scitizen.com/screens/blogPage/viewBlog/sw_viewBlog.php?idTheme=14&idContribution=298>. Acesso em: 30 ago. 2009.

FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas como “fábricas de metano”: O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 1, p. 100-115, 2008a.

FEARNSIDE, P. M. Controvérsias sobre o efeito estufa. Por que a energia hidrelétrica não é limpa. In: GORAYEB, I. S. (Ed.). **Amazônia**. Belém: Jornal “O Liberal”/VALE, 2008b. p. 270-271. [também publicado no jornal O Liberal 30 Jan. 2008].

FEARNSIDE, P. M. O Novo EIA-RIMA da Hidrelétrica de Belo Monte: Justificativas Goela Abaixo In: SANTOS, S. M. S. B. M.; HERNANDEZ, F. del M. (Eds.). **Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte**. 2009. p. 108-117. Disponível em: <[http://www.internationalrivers.org/files/Belo%20Monte%20pareceres%20IBAMA_online%20\(3\).pdf](http://www.internationalrivers.org/files/Belo%20Monte%20pareceres%20IBAMA_online%20(3).pdf)>.

FORSTER, P. et al. Changes in atmospheric constituents and radiative forcing. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (Eds.). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 129-234.

GALY-LACAUX, C.; DELMAS, R.; JAMBERT, C.; DUMESTRE, J.-F.; LABROUE, L.; RICHARD, S.; GOSSE, P. Gaseous emissions and oxygen consumption in hydroelectric dams: A case study in French Guyana. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 11, n. 4, p. 471-483, 1997.

GALY-LACAUX, C.; DELMAS, R.; KOUADIO, J.; RICHARD, S.; GOSSE, P. Long-term greenhouse gas emissions from hydroelectric reservoirs in tropical forest regions. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 13, n. 2, p. 503-517, 1999.

GUÉRIN, F.; ABRIL, G.; RICHARD, S.; BURBAN, B.; REYNOUARD, C.; SEYLER, P.; DELMAS, R. Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers. **Geophysical Research Letters**, v. 33, art. L21407, doi: 10.1029/2006GL027929. 2006.

KEMENES, A.; FORSBERG, B. R. Potencial ampliado: Gerado nos reservatórios, gás de efeito estufa pode ser aproveitado para produção de energia em termoeletricas. **Scientific American Brasil, Especial Amazônia**, n. 2, p. 18-23, 2008.

KEMENES, A.; FORSBERG, B. R.; MELACK, J. M. Gas release below Balbina Dam. In: ICSHMO, 8, 2006. Foz do Iguaçu. **Proceedings....**São José dos Campos: ... INPE, 2006. p. 663-667.

KEMENES, A.; FORSBERG, B. R.; MELACK, J. M. Methane release below a tropical hydroelectric dam. **Geophysical Research Letters**, v. 34, art. L12809, doi:10.1029/2007GL029479. 55, 2007.

KEMENES, A.; FORSBERG, B. R.; MELACK, J. M. As hidrelétricas e o aquecimento global. **Ciência Hoje**, v. 41, n. 145, p. 20-25, 2008.

McCULLY, P. **Fizzy Science**: Loosening the Hydro Industry's Grip on Greenhouse Gas Emissions Research, Berkeley, California, E.U.A.: International Rivers Network, 24p. Disponível em: <<http://www.irn.org/pdf/greenhouse/FizzyScience2006.pdf>. 2006>. Acesso em: 30 ago. 2009.

MONTEIRO, M. A.; MONTEIRO, E. F. Amazônia: os (dês) caminhos da cadeia produtiva do alumínio. **Novos Cadernos NAEA**, v. 10, n. 2, p. 87-102, 2007.

OESP. Governo desiste de mais hidrelétricas no Xingu. **O Estado de São Paulo**, p. B-8. 17 jul. 2008.

PINTO, L. F. Amazônia: O Século Perdido (A Batalha do Alumínio e Outras Derrotas da Globalização). **Jornal Pessoal**. Belém, 1997. 16 p.

PINTO, L. F. Corrigida, começa a terceira versão da usina de Belo Monte. *Jornal Pessoal* [Belém] 28 de novembro de 2003. Disponível em: <http://www.amazonia.org.br/opinio/artigo_detail.cfm?id=90328. 2003>. Acesso em: 30 ago. 2009.

PINTO, L. F. CVRD: agora também na Amazônia ocidental. **Jornal Pessoal**. Belém: 15 de novembro de 2004. p. 3.

PINTO, L. F. Grandezas e misérias da energia e da mineração no Pará. In: SEVÁ FILHO, A. O. (Ed.) **Tenotã-mõ**: Alertas sobre as conseqüências dos projetos hidrelétricos no rio Xingu, Pará, Brasil. São Paulo: International Rivers Network, 2005. p. 95-113.

RAMOS, F. M., BAMBACE, L. A. W.; LIMA, I. B. T.; ROSA, R. R.; MAZZI, E. A.; FEARNSIDE, P. M. Methane stocks in tropical hydropower reservoirs as a potential energy source: An editorial essay. **Climatic Change**, v. 93, n. 1, p. 1-13, 2009.

RICHARD, S.; GOSSE, P.; GRÉGOIRE, A.; DELMAS, R.; GALY-LACAU, C. Impact of methane oxidation in tropical reservoirs on greenhouse gases fluxes and water quality. In: TREMBLAY, A.; VARFALVY, L.; ROEHM, C.; GARNEAU, M. (Eds.). **Greenhouse Gas Emissions: Fluxes and Processes**. Hydroelectric Reservoirs and Natural Environments. New York: Springer-Verlag, 2004. p. 529-560.

SANTOS, W. F. Os empreendimentos hidrelétricos na Amazônia. In: FEIRA INTERNACIONAL DA AMAZÔNIA, 2; JORNADA DE SEMINÁRIOS INTERNACIONAIS SOBRE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO, 2. 2004. Manaus. 2004. (apresentação powerpoint).

SHINDELL, D. T.; FALUVEGI, G.; KOCH, D. M.; SCHMIDT, G. A.; UNGER, N.; BAUER, S. E. Improved attribution of climate forcing to emissions. **Science**, v. 326, p. 716-718, 2009.

